

## ДЕТАЛИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ПОИСКА УТЕЧЕК ПРИБОРАМИ «КОРШУН-8» – «КОРШУН-12М»

*Публикуем детализацию нескольких способов поиска утечек с помощью корреляционных течеискателей «КОРШУН-8» – «КОРШУН-12М». Двусторонними ограничительными линиями и синим цветом выделены отличия текущего текста от текстов методик, изложенных в руководствах по применению приборов «КОРШУН-8» – «КОРШУН-12». Приведенные ниже разделы методики поиска утечек изложены в Методике для прибора «КОРШУН-12М [1].*

---

### 9.6. Определение координат утечки

Перед поиском утечек на трубе вначале следует получить максимально достоверную информацию о том, есть ли утечка на данном участке трубы. Для этого следует использовать все доступные средства и информацию:

- пересечение трассы трубопровода подземными коммуникациями (типа силовых нагруженных кабелей, другими трубопроводами);
- состояние задвижек;
- направление течения воды в камерах;
- побочную информацию (например, расположение диагностируемого участка трубы относительно других трубопроводов, вид воды – химический состав и др.).

Затем следует получить как можно более подробную информацию о диагностируемой трубе: тип прокладки – канальная, безканальная, с применением гильз и др.; тип теплоизоляции – стекловата, битумперлит, пенополиуритановая предизоляция и др.; тип стыков – сварные, цементные, свинцовые, резиновые прокладки и др.; вся дополнительная информация может быть полезной при принятии окончательных решений в нестандартных случаях. Дело в том, что к корреляционному течеискателю следует относиться как к прибору, который определяет только координату источника шума (вибраций) на трубе. Однако, этим источником шума может быть и не утечка.

Координаты утечки (источника шума) определяются с помощью корреляционной обработки сигналов с вибродатчиков в режиме «КОРРЕЛЯЦИЯ». Для перехода в этот режим следует в головном меню нажать клавишу «3». После этого на экране появится формат «КОРРЕЛЯЦИЯ», а затем график модуля корреляционной функции (КФ). После этого продолжаются расчеты и усреднения КФ с выводом на экран результатов каждого усреднения, автоматически вычисляется текущая координата максимума модуля корреляционной функции  $L_m$ . После того как на экране сформируется устойчивая форма модуля КФ с отчетливо выраженным пиком (вид отображаемого графика качественно не изменяется от счета к счету) следует нажать кнопку «СТОП» и остановить вычисления. По возможности следует получать достаточно большое число усреднений ( $J=XXX$ ) – в среднем от 200 до 350 (и более) – в зависимости от вида и характеристики утечки, помеховой обстановки.

При этом координату максимума  $L_m$  следует принимать за расстояние в метрах от датчика «А» до места утечки.

В правом нижнем углу отображается текущая координата  $L_r$  репера в метрах. Установить репер (курсор) над интересующим пиком модуля корреляционной функции можно с помощью кнопок «←» и «→» (стрелки «ВЛЕВО» и «ВПРАВО»).

Ручная установка репера используется для определения координат локальных экстремумов модуля КФ, которые могут соответствовать утечкам, генерирующим меньшие уровни виброакустических сигналов по сравнению с утечкой, создающей глобальный экстремум.

Масштаб корреляционной функции на экране дисплея можно изменять с помощью клавиш со стрелками «ВВЕРХ» и «ВНИЗ», процесс вычисления КФ при этом останавливать не обязательно.

Для уточненной ручной установки репера можно использовать режим «ЛУПА». Описание процедуры работы в этом режиме приведено в п. 5.2.3.

Достоверность определения координат утечки с помощью вычисленной корреляционной функции характеризует коэффициент  $Q=0.XX$ , который может быть в пределах от 0.02 до 0.99. Коэффициент  $Q=0.99$  соответствует наибольшей достоверности определения координаты утечки (без учета погрешности задания исходных данных). Принимать показания прибора в качестве координаты утечки при достоверности  $Q<0.6$  обычно не рекомендуется.

*С целью увеличения достоверности определения координаты утечки в случае «размытой и невыразительной» корреляционной функции рекомендуется использовать режим АЦФ.*

Режим АЦФ является дополнением к режиму «КОРРЕЛЯЦИЯ» и вызывается при условии, когда на экране блока оператора отображается корреляционная функция (ее модуль). Когда увеличение числа накоплений  $J$  перестает существенно влиять на вид КФ (например при  $J>200...500$ ), вычисление КФ следует остановить нажатием клавиши «СТОП», после чего можно запустить функцию АЦФ (клавиша «АЦФ»). При этом начинается автоматическая настройка цифровых фильтров на частоты утечки. Вычисления завершаются выводом на экран модифицированной КФ, в центре верхней строки появляется надпись – «КОРРЕЛЯЦИЯ АЦФ».

В центре экрана могут быть выведены комментарии-подсказки:

- 1. Рекомендуется продолжить усреднение.*
- 2. Применение АЦФ не дает улучшения.*

Эти подсказки выводятся в том случае, когда встроенный блок автоматического анализа полученной после работы АЦФ корреляционной функции примет решение о необходимости обратить внимание оператора на то, что корреляционная функция имеет недостаточную выразительность, или в процессе накопления имела место неустойчивость пика КФ («привязка» его координаты к трубе).

Если на экране выведена подсказка 1, то целесообразно продолжить усреднение путем последовательного нажатия клавиши «ВЫХОД» и «ПУСК» (эта подсказка формируется при недостаточном коэффициенте достоверности для корреляционной функции и малом числе проведенных усреднений). Если увеличение числа усреднений приводит к улучшению достоверности и устойчивости результатов расчета и работы АЦФ, то это число можно увеличивать даже до предельного значения - 999.

При наличии подсказки 2 можно говорить об отсутствии повторяемости результатов вычисления КФ или о малом коэффициенте достоверности (менее 0.7). При этом следует проверить качество установки датчиков на трубе, уровни сигналов по каналам, спектры сигналов. С учетом полученной информации можно поварьировать параметрами аналоговых и цифровых фильтров и повторить корреляционную обработку. Если же повторяемость результатов вновь не имеет место, то следует попытаться применить акустический течеискатель «АИСТ» для поиска утечек в тех участках трубы, на которые указывает корреляционный прибор (см. раздел 9.7.2).

Полезным свойством прибора является то, что после работы АЦФ изображение модуля первоначальной (исходной) КФ сохраняется в памяти и может быть снова отображено на экране. Переключение с формата «КОРРЕЛЯЦИЯ АЦФ» на формат «КОРРЕЛЯЦИЯ» и обратно производится путем нажатия клавиши «АЦФ».

### **Внимание!**

Если при вычислении корреляционной функции было получено достаточно большое количество усреднений, тем не менее, обязательно следует проверить на повторяемость (устойчивость) результаты вычислений корреляционной функции. Такую проверку рекомендуется проводить в два этапа:

1. На первом этапе следует увеличить число усреднений путем продолжения процесса предыдущего усреднения, что осуществляется нажатием клавиши «ПУСК» после выхода из формата «КОРРЕЛЯЦИЯ АЦФ» на формат «КОРРЕЛЯЦИЯ» (клавиша «АЦФ»), при этом процесс вычисления корреляционной функции продолжится. После увеличения числа усреднений примерно в 1,5–2 раза следует опять остановить вычисления (клавиша «СТОП») и включить режим «АЦФ». Если результаты повторяются (вид модуля корреляционной функции и координата утечки), то можно переходить ко второму этапу проверки.

2. Второй этап проверки заключается в полном повторении (с «нуля») вычисления КФ – выйти из формата «КОРРЕЛЯЦИЯ» и затем снова зайти в него с последующим повторением действий, описанных выше.

Если имеет место повторяемость результатов вычислений при высоком значении коэффициента достоверности, то можно переходить к анализу полученных результатов и к принятию выводов. При этом целесообразно записать в Архив протокол проведенных вычислений с занесением в него базовой и модифицированной КФ, совместного спектра с АЦФ, параметров трубопровода и его адреса.

В трудных случаях, когда применение функции АЦФ не приводит к приемлемой достоверности определения координат утечки, бывает целесообразно «помогать» алгоритму АЦФ с помощью ручной настройки цифровых фильтров – см. раздел 9.8.1.

## **9.7. Анализ полученных результатов и принятие решений**

В зависимости от степени повторяемости результатов расчетов корреляционной функции и определения координаты утечки на разных выборках сигналов по координате максимума корреляционной функции можно выделить два случая.

### **9.7.1. Случай устойчивых результатов вычислений КФ и координат утечки**

Если имеется хорошая повторяемость при многократных расчетах корреляционной функции (КФ) и определяемых координат утечек, то это является основным подтверждением того, что случайные составляющие сигналов помех практически отфильтрованы. Однако могут иметь место стационарные составляющие сигналов помех. Поэтому не следует спешить с передачей результатов поиска утечек для проведения раскопок. Необходимо по возможности выявить наличие источников стационарных помех и отстроиться от их влияния. В качестве стационарных источников помех могут быть следующие факторы.

**1. Находящиеся за пределами установки вибродатчиков источники вибрации** (за пределами исследуемого участка трубопровода): утечки на соседних участках; не полностью открытые или закрытые задвижки; работающие насосы; большие отборы или протоки среды на соседних участках; перепады диаметров трубопроводов на соседних участках при больших значениях скоростей движения среды по трубе и др.

Влияние «запредельных» источников виброакустических шумов может приводить к появлению пиков корреляционной функции, которые могут быть приняты в качестве признаков утечек на диагностируемом участке трубы, то есть к «ложным» утечкам.

Механизм влияния «запредельных» источников виброакустических шумов состоит в следующем. Вибрации в трубе, генерируемые «запредельным» источником, действуют на вибродатчики бегущими прямыми или отраженными и преломленными гидравлическими волнами.

Бегущие извне диагностируемого участка (из «запредела») прямые и отраженные гидравлические волны могут создавать пик корреляционной функции на одном из концов исследуемого участка, то есть в месте установки датчика (за которым расположен источник шума) возникает «ложная» утечка.

Отражённые и преломлённые волны возникают при наличии на исследуемом участке трубы существенных неоднородностей в стенах трубы: попутных отводов, приваренной арматуры опор; перепадов диаметров; утонений стенок; трещин (несквозных) в стенках. Эти неоднородности, генерируя отраженную и преломленную волны, выступают аналогом свищей утечки, то есть создают «ложные» утечки. Поэтому будьте особо осторожными с окончательным принятием решения о координате утечки, если она находится на краю исследуемого участка трубы.

При наличии возможности следует попытаться физически устранить «запредельные» источники вибраций, например путем перекрытия отборов, закрытием задвижек и др. При этом целесообразно провести следующие дополнительные обследования:

- подтверждение с помощью акустического течеискателя (например, «АИСТ-7») координаты утечки, которую показал корреляционный течеискатель;
- проверку соседнего участка трубопровода на предмет наличия на нем утечки или иного источника шума;
- закрытие задвижки, выключение насосов, отключение отборов, если это возможно.

Если выполнение предыдущих вариантов является невозможным или безрезультатным, то обязательно попытайтесь отстроиться от влияния «запредельного» пика (или пика на границе трубы) программными средствами блока оператора. Это можно выполнить следующими способами.

Первый способ состоит в «вырезании» интервала частот сигналов «запредельных» вибрационных шумов с помощью «ручной» настройки цифровых фильтров. Определение этих частот следует выполнить по спектру, который формируется функцией АЦФ. В этом спектре «вырезается» интервал частот с максимальной амплитудой спектра с целью подавления пика КФ на конце трубы. После вырезания интервала частот следует вновь запустить АЦФ. Интервал частот следует вырезать пошагово, добиваясь устранения или существенного уменьшения пика на границе трубы и минимальной длины интервала (см. раздел 9.8.1).

Второй способ состоит в «вырезании» участка трубы, на котором находится пик корреляционной функции (КФ) от предполагаемого вибрационного шума. «Вырезание» проводится на формате «КОРРЕЛЯЦИЯ» при вычисленной КФ и при достаточно большом числе усреднений (300-500 и более). Для выделения вырезаемого участка после нажатия клавиши «СТОП» надо задать левую и правую границы выбранного участка и нажать клавишу «-». «Вырезанный» участок будет отображаться на экране более тёмным цветом. После «вырезания» участка следует запустить функцию АЦФ, которая уже не будет учитывать пик на «вырезанном» участке.

**2. Находящиеся на исследуемом участке дополнительные источники вибрации.** Такими источниками могут быть, например: попутные активные отводы; нагруженные элек-

трокабели, пересекающие трассу трубопровода; свищи на соседней трубе, попадающие на диагностируемую трубу; работающий экскаватор и др.

Если на исследуемом участке трубопровода имеются отводные трубы, то целесообразно их перекрыть, поскольку при наличии больших отборов по ним (или подпиток) в месте соединений труб возникают вибрации, которые имеют при больших скоростях движения среды, практически такие же характеристики, как и вибрации, генерируемые свищами утечек. Поэтому может иметь место неоднозначность: чем обусловлен пик КФ в месте соединений труб (если он есть) – утечкой или отбором. Кроме того, вибросигналы отбора могут глушить и искажать составляющую корреляционной функции, обусловленную сигналами утечки. Механизм этих искажений состоит в следующем.

Корреляционные функции от каждого из источников вибраций являются знакопеременными. Поэтому при их алгебраическом суммировании может происходить:

- увеличение амплитуды максимума общей КФ по сравнению с амплитудами максимумов каждой из составляющих функций при совпадении фазы и частоты составляющих общей КФ;
- «взаимоуничтожение» максимумов каждой из составляющих суммарной корреляционной функции (если составляющие КФ находятся в противофазе и имеют примерно одинаковые частоты);
- сдвиг координаты максимума общей корреляционной функции.

Соотношение фаз составляющих общей корреляционной функции между собой зависит от расстояний источников вибраций (гидравлических волн) на трубе друг от друга и частотных спектров этих составляющих (то есть от диаметра отверстий, параметров трубы, давления и др.).

Таким образом, отсюда следует:

- если имеется возможность отключить отборы на исследуемой трубе, то это надо обязательно делать и при отключенных отборах повторить процесс поиска координат утечек;
- необходимо с помощью акустического течеискателя (типа «АИСТ») подтвердить координаты утечки, которая получена на корреляционном течеискателе.

Вибрации нагруженных электрокабелей, пересекающих трассу, могут по грунту передаваться на трубопровод и, в итоге, приводить к возникновению пика корреляционной функции в месте пересечения трубопровода кабелем. Таким образом, если координата пика КФ совпадает с местом пересечения кабелем трубы, следует выяснить истинную причину существования пика: это утечка под кабелем, или просто вибрация кабеля.

Для этого можно использовать приведенные в предыдущем пункте два способа подавления влияния пика КФ на границе трубопровода. Во-первых, это – пошаговое удаление из спектра, полученного применением АЦФ, частот с максимальным значением модуля спектра (см. раздел 9.8.1) с целью подавления «лишнего» пика КФ в месте пересечения трубы кабелем. Во-вторых, это – «вырезание» участка трубы с пересекающей трубу электрокабелем и включением после функции АЦФ. Если применение данных двух способов приводит к устойчивому образованию нового пика КФ вне участка с кабелем, то можно сделать вывод, что исходный пик КФ обусловлен вибрацией кабеля. При «вырезании» участка трубы кабелем на формате КФ следует пошагово минимизировать его длину, начиная, например с (-5,+5) м.

Аналогичным способом можно фильтровать (удалять) влияние на поиск координаты утечки и таких источников вибраций, как активные боковые отводы, которые невозможно перекрыть.

Внешним источником дополнительных вибраций может свищ воды от утечки, расположенной на соседнем трубопроводе, проложенном в одном коробе вместе с диагностируемым трубопроводом. В следующем пункте приведено описание эффекта вибрационного взаимодействия таких трубопроводов друг на друга при наличии утечек.

### **9.7.2. Случай неустойчивых результатов вычислений КФ и координат утечки**

Отсутствие повторяемости результатов расчета корреляционной функции (как исходной КФ, так и модифицированной КФ), является признаком того, что:

- или на исследуемом участке трубопровода отсутствует утечка (в этом случае имеют место малые коэффициенты достоверности – менее 0.7, а также отсутствие повторяемости и какой-либо закономерности результатов при повторных вычислениях);
- или о наличии на исследуемом участке трубопровода нескольких утечек (в этом случае имеет место закономерность в координатах расположения максимумов корреляционных функций, а также достаточно высокие значения коэффициентов достоверности – более 0.9).

В случае наличия признаков нескольких утечек рекомендуется проверить акустическим течеискателем (например, «АИСТ-7») координату каждой предполагаемой утечки.

Если течеискатель показывает несколько утечек, то рекомендуется вскрывать в первую очередь место, соответствующее координате с наибольшим пиком корреляционной функции.

По окончании работы следует записать координаты утечек в Архив и журнал с комментарием о ситуации на исследуемом участке трубопровода.

**1. Эффект «подавления» корреляционной функции утечки корреляционной функцией отраженного от соседней трубы свища.** В трубопроводах тепловых трасс на практике встречаются случаи, когда струя воды, вытекающей под давлением из поврежденной трубы (например, трубы «подачи»), бьет в соседнюю трубу («обратную»), отражается от нее и возвращается на поврежденную трубу (подачи). Отраженная струя воды попадает на поврежденную трубу в виде веера и создает в ней множество рассредоточенных источников вибраций. Каждый из этих источников в свою очередь создает множество корреляционных функций, которые могут нивелировать (подавлять) как искомую КФ от вытекающей из трубы струи воды так и другие шумовые (ложные) КФ. Взаимное подавление корреляционных функций, которые создаются отдельными источниками вибраций, обусловлена тем, что корреляционные функции имеют как положительные, так и отрицательные значения. Поэтому при суммировании нескольких КФ, которые создаются отраженным от соседней трубы свищем и вытекающей из поврежденной трубы утечкой, возможно взаимное вычитание (подавление) пиков корреляционных функций.

Поэтому при поисках утечек на трубопроводах теплосети, системы подачи горячей воды рекомендуется провести диагностирование обеих труб (как «подачи», так и обратной» трубы), даже в том случае, когда имеется полная уверенность, что утечка находится только на одной трубе.

Дело в том, свищ воды, вытекающей из поврежденного трубопровода, при попадании на соседний трубопровод создает в нем вибрации, которые эквивалентны вибрациям, создаваемыми реальной утечкой. Поэтому при диагностировании этого трубопровода корреляционным течеискателем на экране место удара свища в трубу индицируется в качестве координаты утечки, которая с приемлемой точностью совпадает с координатой реальной утечки на поврежденной трубе. Этот эффект целесообразно использовать на практике.

#### **Внимание!**

При поисках утечек на трубопроводах теплосетей, систем подачи горячей воды сле-

дует обязательно провести проверку на утечку по всем трубам, которые находятся в одном коробе.

**2. Эффект „большой утечки”.** Если в трубе имеется очень большая утечка, то она может приводить к существенным осложнениям при поиске ее координат по следующим причинам:

а) из-за большого расхода воды, обусловленного утечкой, возникают дополнительные вибрации на углах поворота трубы, на стыках, в кавернах в стенках трубы и др., наличие этих вибрационных шумов осложняет задачу выделения и обработки искомым гидравлических волн, генерируемых утечкой.

б) большая утечка может быть вызвана „разломом” трубы, это приводит к снижению избыточного давления, практически, до нулевого уровня и к отсутствию механизма и среды возникновения и передачи гидравлических волн (типичных для гидравлических волн утечек) в обе стороны от места разлома трубы.

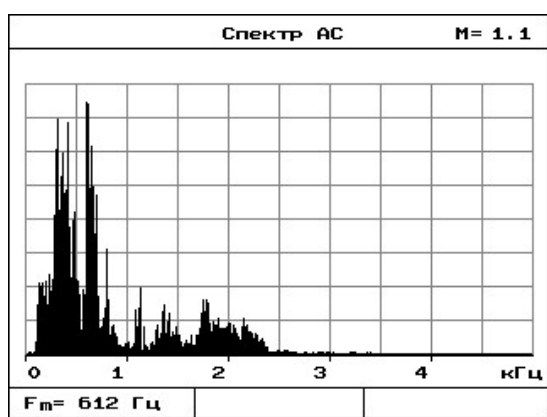


Рис. 9.7.1

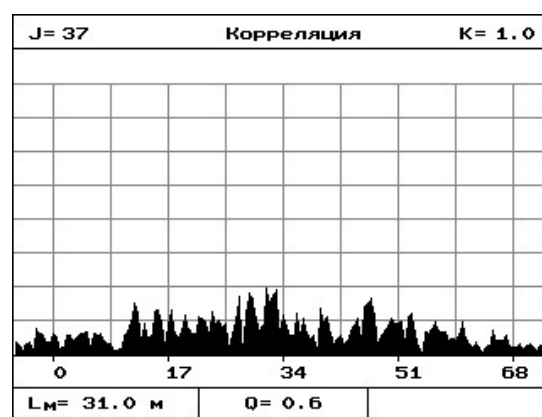


Рис. 9.7.2

На рис. 9.7.1. приведена корреляционная функция при относительно большой утечке в трубопроводе. Вид этой функции и величина коэффициента достоверности не позволяют принять какое-либо решения о возможной координате утечки.

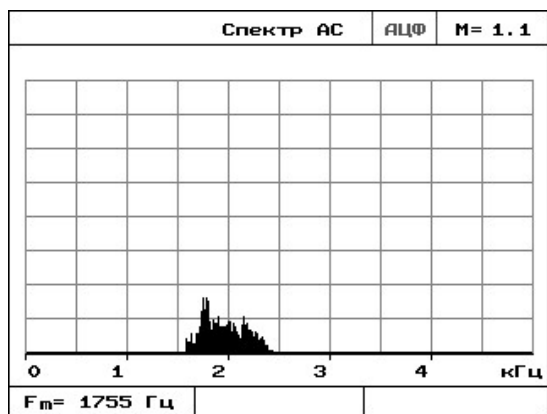


Рис. 9.7.3

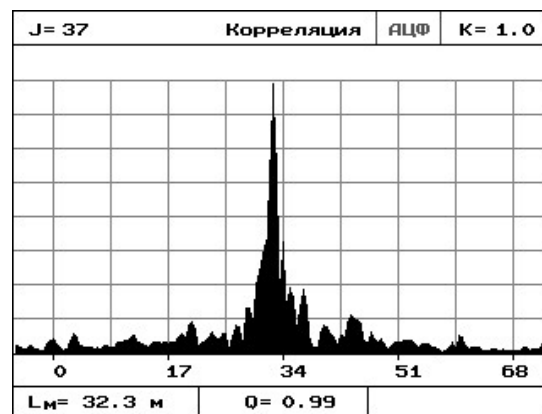


Рис. 9.7.4

Включение функции АЦФ позволило отфильтровать сигналы утечки от шумов. В результате, после выполнения работы блоком АЦФ получена корреляционная функция (рис. 9.7.3.) с отличным коэффициентом достоверности. На рис. 9.7.2. приведен спектр исходной корреляционной функции, не отфильтрованной от шумов. На рис. 9.7.4. показан отфильтрованный спектр с помощью АЦФ.

## 9.8. «Ручная» настройка полос пропускания фильтров

При поиске утечек встречаются особые случаи, когда «ручная настройка» частотами среза аналоговых и цифровых фильтров является не только полезным, но и необходимым. Некоторые из таких случаев являются следующими.

### 9.8.1. «Ручная» настройка цифровых фильтров

Как было указано выше, в приборе при вычислении корреляционной функции постоянно работают «по умолчанию» цифровые фильтры нескольких уровней. При этом оператор имеет возможность включить дополнительный режим автоматической (адаптивной) цифровой фильтрации – АЦФ. Кроме этого, в приборе имеется возможность для оператора использовать и дополнительные средства цифровой фильтрации – «ручные» цифровые фильтры. Применение этих фильтров является одним из способов отстройки от сигналов помех (сигналов, которые генерируют заслонки, отборы, повороты, насосы, пересекающие или находящиеся вблизи силовые кабели и др.) является подборка «вручную» набора полос рабочих частот с помощью полосовых цифровых фильтров (см. п. 5.2.4.2).

Обычно оператор не имеет четкого представления о влиянии параметров фильтров на корреляционную функцию. Это приводит к перебору оператором большого числа комбинаций фильтров ВЧ и НЧ «вслепую», если оператор самостоятельно пытается установить параметры «ручных» цифровых фильтров. Однако, когда АЦФ не дает позитивного результата, то приходится оператору «помогать» АЦФ путем «вырезания» из общего спектра корреляционной функции нежелательных составляющих.

Совместный спектр («СПЕКТР АС» или «СПЕКТР» в режиме «АЦФ») позволяет оператору предположить, в каком частотном диапазоне находятся сигнал утечки и сигналы помех, и в зависимости от этого выбирать частотные полосы пропускания и подавления цифровых фильтров.

Если при установке расширенного диапазона частот наблюдается плохая выразительность максимума корреляционной функции, можно «вручную» варьировать частотными полосами цифровых фильтров в режиме «СПЕКТР АС» с целью «помощи» алгоритму работы программы АЦФ путем «вырезания» полосы частот с большой мощностью спектра. Таким же образом можно поступать для исключения влияния на поиск утечки устойчивого пика КФ, который вызван «запредельными» источниками вибраций, боковыми отводами, пересекающими трассу силовыми кабелями и др. Вырезать из спектра следует спектральные составляющие с максимальными амплитудами.

На практике встречаются случаи, когда при вырезании ручными цифровыми фильтрами узкой полосы частот с большой мощностью спектра (с большим всплеском в спектре) после включения АЦФ появляется надпись на экране дисплея «АЦФ не дает улучшения». В этом случае следует попытаться дополнительно к полосе частот, которую оператор вырезал ручными фильтрами, вырезать еще и аналоговыми фильтрами при наличии подходящих переключаемых полос для этих фильтров.

Необходимо учитывать, что узкая полоса пропускания фильтров (например, менее 200 Гц при работе на металлических трубах) может привести к сильному «размыванию» вида корреляционной функции, особенно при работе с ручными цифровыми фильтрами (см. п. 5.2.3.3, 5.2.4.2). Поэтому, отстраиваясь от спектральных максимумов, следует по возможности сохранять широкой полосу пропускания фильтров.

## 9.8.2. Настройка аналоговых фильтров

1. Если датчик установлен в непосредственной близости от насосов в бойлерной или тепловом пункте, от проезжей части автомобильной дороги с интенсивным движением или при наличии других источников низкочастотных шумов, которые явно мешают получению достоверной корреляционной функции, то в этом случае целесообразно использовать фильтры (ФВЧ) на ВРБ. Обычно шумы от указанных источников имеют низкочастотный спектр (примерно от 100 Гц до 300–400 Гц), в котором содержится резко выраженный всплеск в этой области (в частном спектре содержится большой всплеск, а в корреляционной функции выраженный результат отсутствует даже после применения АЦФ). Тем не менее следует строго определить частотный диапазон этих шумов в режиме «Спектр» и только после этого «вырезать» их низкочастотную составляющую на ВРБ с помощью ФВЧ, установив переключатель ФВЧ в положение, которое указывает на верхний предел диапазона подавления. При этом следует помнить, что изменение полос пропускания ФВЧ следует выполнять обязательно на обоих ВРБ, а не только на одном из них.

Для ускорения проверки эффективности операции подавления низкочастотных паразитных шумов от насосов и от автомобильного транспорта можно вначале изменить частоты среза аналоговых фильтров только в блоке оператора. При «вырезании» полосы пропускания фильтров следует помнить, что при этом можно «зацепить» и спектр полезного сигнала (сигнала утечки). Поэтому надо увеличивать полосу подавления частотно спектра постепенно.

При переключении аналоговых фильтров следует процесс вычисления корреляционной функции начинать вновь.

2. В случае, когда пик корреляционной функции находится за пределами участка и в частотном спектре корреляционной функции имеется большой «всплеск» в области низких частот, то этот «всплеск» целесообразно удалить цифровыми фильтрами в блоке оператора и (или) ослабить аналоговыми фильтрами на ВРБ.

После чего следует перезапустить процесс вычисления и накопления КФ, и, если надо, применить АЦФ.

---

## Литература

1. Методика применения корреляционного течеискателя «КОРШУН-12М» (под ред Годлевского В. С.). – К.: ООО «ДИСИТ», 2018. – 151 с.